



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

### ESCUELA DE INGENIERIA AGRONÓMICA

Tesis de Grado

Presentado al Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo a la obtención del título de:

Ingeniero Agrónomo

Tema:

Efectos de sistemas de siembra en combinación con aplicaciones de magnesio fósforo y boro sobre el rendimiento del cultivo de Soya en la zona de Babahoyo

**Autor:**

Juan Andrés Villamarín Barreiro

**Director:**

Ing. Agr. Oscar Mora Castro MBA.

BABAHOYO – LOS RIOS - ECUADOR

-2015-



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

### ESCUELA DE INGENIERIA AGRÓNOMICA

#### TESIS DE GRADO

PRESENTADA AL H. CONSEJO DIRECTIVO COMO REQUISITO PREVIO A LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

#### INGENIERO AGRÓNOMO

**Tema:** “EFECTOS DE SISTEMAS DE SIEMBRA EN COMBINACIÓN CON APLICACIONES DE MAGNESIO  
FÓSFORO Y BORO SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE SOYA EN LA ZONA DE BABAHOYO. ”

#### TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

---

Ing. Agr. Carlos Barros Veas MSc..

**PR8ESIDENTE**

---

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete

**VOCAL PRINCIPAL**

---

Ing. Agr. Félix Ronquillo Icaza MBA.

**VOCAL PRINCIPAL**

*Las investigaciones, resultados, conclusiones y recomendaciones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad del autor:*

---

*Juan Andrés Villamarín Barreiro*

# DEDICATORIA

Este trabajo de investigación se lo dedico primordialmente a Dios por darme vida, salud, a mi familia y amigos.

A mi madre Josefina Barreiro Wellington

A mi padre Hugo Villamarín Lara

A mi hija Camila Villamarín Jara

A mis hermanas Josselin y Carolina Villamarín Barreiro

*Juan Andrés Villamarín Barreiro*

## **AGRADECIMIENTOS**

A dios por todas las bendiciones, fuerza e inteligencia que me da siempre.

A mis padres por el apoyo incondicional de estar día a día junto a mí para poder ser lo que soy un hombre de bien con valores y principios a ellos les agradezco

A mis hermanas por estar a mi lado en todo momento.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, por haberme instruido profesionalmente.

Al Ing. Agr. OSCAR MORA CASTRO, Director de tesis por su valioso aporte en la realización de este trabajo investigativo.

A los miembros del tribunal por su paciencia y dedicación en las sustentaciones Ing. Agr. Carlos Barros Veas Msc., Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, Ing. Agr. Félix Ronquillo Icaza MBA.

A los miembros del Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología (CITTE) Faciag. A su secretaria Lcda. Emilia Meneses de Rodríguez.

*Juan Andrés Villamarin Barreiro*

## RESUMEN

En Ecuador, en los últimos años, ha mostrado variabilidad en la superficie de siembra, en el año 2010 se sembraron 72.000 ha, con una producción de 158400 toneladas, promediando 2200 kg/ha respectivamente. Las zonas de mayor producción son Babahoyo y Montalvo donde en conjunto se sembraron 40.000 ha.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de sistemas de siembra en combinación con aplicaciones de magnesio, fósforo y boro sobre el rendimiento del cultivo de soya. El trabajo se hizo en los terrenos de la Granja experimental "San Pablo", ubicada en km 7,5 de la vía Babahoyo-Montalvo. Se investigaron tres sistemas de siembra: voleo, siembra directa y chorro continuo y cuatro programas de fertilización con fósforo, magnesio y boro, con 12 tratamientos en parcelas de 20 m<sup>2</sup>, que se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial. Para la evaluación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad. Durante el ciclo del cultivo se evaluaron: altura de plantas, altura a la primera vaina, número de vainas por planta, número de granos por vaina, altura a la primera vaina, peso de semillas, días a cosecha, días a floración, rendimiento por hectárea y un análisis económico de los tratamientos.

Se determinó que bajo la aplicación de fertilizantes en diferentes sistemas de siembra, afecta al cultivo de soya en su rendimiento. El sistema de siembra de chorro continuo obtuvo un rendimiento de 2005,2 kg/ha, que fue matemáticamente superior a los demás sistemas empleados. Igual el tratamiento con la aplicación de 30 kg P – 10 kg Mg - 1,0 kg B, bajo el sistema de siembra en chorro continuo alcanzó con 2395,8 kg/ha, presentando el mayor rendimiento económico el sistema de siembra Chorro continuo con la aplicación 30 kg de P, 10 kg de Mg y 1,0 kg de B con \$808,87.

## SUMMARY

In Ecuador, in the last years, it has shown variability in the crop surface, in the year 2010 72.000 were sowed there is, with a production of 158400 tons, averaging 2200 kg/ha respectively. The areas of more production are Babahoyo and Montalvo where on the whole 40.000 were sowed there is.

The objective of this investigation was to evaluate the effect of crop systems in combination with applications of magnesium, match and boron on the yield of the soya cultivation. The work was made in the lands of the experimental Farm "San Pablo", located in km 7,5 of the road Babahoyo-Montalvo. Three crop systems were investigated: I volley, direct crop and continuous jet and four fertilization programs with match, magnesium and boron, with 12 treatments in parcels of 20 m<sup>2</sup> that were distributed at random in a design of complete blocks in factorial arrangement. For the evaluation of stockings the test was used from Tukey to 5% of probability. During the cycle of the cultivation they were evaluated: height of plants, height to the first sheath, number of sheaths for plant, number of grains for sheath, height to the first sheath, weight of seeds, days to crop, days to flowers, yield for hectare and an economic analysis of the treatments.

It was determined that I lower the application of fertilizers in different crops systems, it affects to the soya cultivation in their yield. The system of crops of continuous jet obtained a yield of 2005,2 kg/ha that he/she went superior mathematically to the other used systems. Same the treatment with the application of 30 kg P - 10 kg Mg - 1,0 kg B, under the yield system in continuous jet reached with 2395,8 kg/ha, presenting the biggest economic yield the system of crops continuous Jet with the application 30 kg of P, 10 kg of Mg and 1,0 kg of B with \$808,87.

## INDICE

<b>Contenido</b>		<b>Página</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
1.1	Objetivos	6-7
<b>2</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	4
2.1	Importancia del cultivo de soya y variedad.	8
2.2	Manejo nutricional y agronómico del cultivo de soya.	10
2.3	Manejo de suelos en soya.	14
<b>3</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	15
3.1	Ubicación y descripción del campo experimental	15
3.2	Material de siembra	15
3.3	Factores estudiados	15
3.4	Tratamientos	16
3.5	Métodos	16
3.6	Diseño experimental	16
3.7	Manejo del ensayo	17
3.8	3.7.1 Análisis de suelo	17
	3.7.2 Preparación de terreno	17
	3.7.3 Siembra	17
	3.7.4 Control de malezas	18
	3.7.5 Control fitosanitario	18
	3.7.7 Riego	18
	3.7.8 Fertilizante	19
	3.7.8 Cosecha	19
3.8	Datos Tomados	
	3.8.1 Altura de planta	19

	3.8.2 Altura primera vaina	19
	3.8.3 Días a floración	20
	3.8.4 Días maduración fisiológica	20
	3.8.5 Número de vainas por planta	20
	3.8.6 Número de granos por vaina	20
	3.8.7 Peso de 100 granos	20
	3.8.6 Rendimiento por hectárea	20
	3.8.6 Eficiencia agronómica	21
	3.8.7 Análisis económica	21
	<b>DISCUSIÓN</b>	30
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	32
5.1	Conclusiones	32
<b>8</b>	<b>LITERATURA CITADA</b>	34
<b>9</b>	<b>ANEXOS</b>	37

## I. INTRODUCCIÓN

La planta de soya (*Glycine max*) es considerada una especie de gran utilidad dentro de la producción agrícola mundial. Es cultivada por sus semillas de las cuales se pueden extraer un sinnúmero de subproductos especialmente aceite y proteína, debido al alto contenido que posee de los mismos. El grano de soya se utiliza en la alimentación humana y del ganado, se comercializa en todo el mundo debido a sus múltiples usos.

La soya además de ser un cultivo muy valioso, ayuda a la agricultura en el marco de la rotación estacional, ya que fija el nitrógeno en los suelos agotados tras haberse practicado otros cultivos intensivos. En cambio el monocultivo de soya acarrea desequilibrios ecológicos y económicos, si se mantiene prolongadamente en grandes extensiones.

En Ecuador, en los últimos años, ha mostrado variabilidad en la superficie de siembra, en el año 2010 se sembraron 72.000 ha, con una producción de 158400 toneladas, promediando 2200 kg/ha respectivamente. Las zonas de mayor producción son Babahoyo y Montalvo donde en conjunto se sembraron 40.000 ha. El mayor porcentaje de la producción de soya (93 %) del país se encuentra en la provincia de Los Ríos, hallándose bien diferenciados en tres zonas; al norte que comprende los cantones de Quevedo, Buena Fe, Mocache y Valencia, la zona central que corresponde a los cantones de Ventanas y Pueblo Viejo, y al Sur que la abarca los cantones de Babahoyo y Montalvo. Ésta leguminosa, se cultiva aprovechando la humedad remanente del suelo y en rotación con arroz en las zonas bajas (Montalvo, Pueblo viejo, San Juan) y después de arroz o maíz en la cuenca alta del Guayas (Quevedo, Valencia, Buena Fe)<sup>1</sup>.

En la actualidad uno de los problemas que afecta a este cultivo en su inadecuado manejo de campo es la aplicación de fertilizantes granulados y foliares entre otros factores.

---

<sup>1</sup> Fuente: (MAGAP) Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. INEC 2013.

La gran expansión del cultivo de soya y del doble cultivo arroz-soya intensificó la agricultura en la mayoría de las áreas cultivables del país y acentuó en los últimos años la degradación de los suelos. La adopción de la siembra directa y la labranza mínima por parte de muchos agricultores en los últimos 15 años ha atenuado los procesos de degradación física de los suelos aunque en general no se ha complementado con un adecuado programa de fertilización. Esto ha hecho que muchos nutrientes al no ser aportados disminuyan su cantidad, la misma que también repercute sobre la flora del suelo.

En el país el conocimiento sobre el uso de la siembra al voleo, es cada vez más extensivo (es un sistema fácil y rápido de siembra del cultivo), sin embargo con los problemas que presenta el método de siembra, se produce el 85 % del hectareaje de soya. Este problema no ha sido visible con el uso de la siembra directa (el 15 % o 10000 ha, son sembradas con esta metodología), la cual ha sido fuertemente estudiada, pero con resultados aún discutibles en las zonas donde se ha implementado. Sin embargo esto conlleva a realizar trabajos de investigación relacionados con la movilidad de nutrientes y sus efectos sobre las poblaciones de bacterias nitrificantes<sup>2</sup>.

Adicionalmente, el mal uso de fertilizantes o la no utilización de los mismos, conlleva a la disminución de los rendimientos y en especial a la pérdida del recurso suelo. Sin embargo la tendencia actual de producción agrícola hace que la aplicación de fertilizantes especialmente aquellos que contengan sustancias que mejoren la nutrición de los suelos entre en una etapa de investigación.

Dentro de los nutrientes que el cultivo de soya necesita para los procesos de producción de granos están el magnesio, el fósforo y el boro. El magnesio es clave para el proceso de la fotosíntesis, la deficiencia de magnesio puede ser un factor importante que limita la producción. Por lo tanto, las cantidades de magnesio que la planta puede absorber dependen en su concentración en la solución del suelo.

---

<sup>2</sup> Fuente: INIAP, Informe Técnico anual estación experimental Pichilingue. 2012.

El fósforo es un nutriente de baja disponibilidad en el suelo, a pesar de ser relativamente abundante. Después del nitrógeno, es el que más gasto supone como abono de los cultivos. Un factor que facilita la absorción del fósforo es la presencia de micorrizas, hongos del suelo que se asocian a las raíces.

El boro es esencial para el crecimiento normal de las plantas, ya que promueve la división apropiada y la elongación de células, la fuerza de la pared celular, la polinización, floración, producción de las semillas y la traslación de azúcar. El boro es también esencial para el sistema hormonal de las plantas.

Por lo tanto la utilización de dosis de estos nutrientes bajo sistemas de siembras adecuados y su incidencia sobre el rendimiento, encontrará alternativas en el manejo de fertilidad del cultivo de soya.

### **1.1. Objetivo General**

Determinar el efecto de sistemas de siembra en combinación con aplicaciones de magnesio, fósforo y boro sobre el rendimiento del cultivo de soya.

### **1.2. Objetivos Específicos**

1. Identificar el sistema de siembra más adecuado en rendimiento del cultivo de soya.
2. Determinar las dosis más adecuadas del Magnesio, Fósforo y Boro sobre el rendimiento del cultivo de soya.
3. Evaluar el efecto del Magnesio, Fósforo y Boro sobre el comportamiento agronómico de la soya
4. Analizar económicamente los tratamientos.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Importancia del cultivo de soya.

Los aceites y grasas constituyen un grupo de alimentos altamente energéticos, estos aceites que se acumulan en algunas especies vegetales (oleaginosas) producto de su metabolismo; constituyen reservas de energía para el embrión cuando este empieza su desarrollo. En el Ecuador en los últimos 50 años se ha desarrollado una floreciente industria en torno al aprovechamiento de cultivos herbáceos oleaginosos y leñosos, mismos que comprenden un conjunto variado de especies vegetales de diferentes familias; están caracterizadas por producir frutos y semillas con altos contenidos de aceite (MAG, 2008).

El aprovechamiento de aceite ha estado basado en la extracción, pero muchos de los subproductos de esta extracción tienen igual importancia en el aspecto económico. El mayor consumo de los aceites de tipo vegetal se encuentra destinado a la alimentación humana y animal, debido a su alto contenido de ácidos grasos insaturados, los que proporcionan energía a los organismos que la consumen para satisfacer sus requerimientos energéticos diarios. Cabe mencionar que, una buena parte de los mismos también se utilizan como materia prima para otros procesos industriales tales como: jabones, pinturas, barnices, medicamentos, carburantes, lubricantes, balanceados, entre otros (MAG, 2009).

El Ecuador por ser un país tropical, posee las características ideales para el establecimiento de explotaciones comerciales de especies oleaginosas; y con el presente estudio se pretende dar a conocer la evolución que ha tenido el cultivo de las especies vegetales ricas en aceites; poniendo énfasis en aquellas que alcanzan mayor superficie cultivada y de aquellos aceites que se importan en mayor cantidad (USDA, 2009).

En el año 2011, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, de una selección de materiales de INIAP-306, apareció en la estación Boliche la línea promisoriosa FJ-75-567, que probada con otras variedades y líneas logra un buen rendimiento, superando a las variedades como 307 y Júpiter, la misma que

posteriormente se la denominó INIAP-308. Este material se ha probado en muchas condiciones demostrando incluso mejor resistencia a plagas y enfermedades, aunque también demostró buenas características a la temperatura baja y sobre todo a la incidencia de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) con rendimientos experimentales de 3000 Kg por hectárea (INIAP, 2009).

El rendimiento de materiales de soya introducidos o adaptados depende de muchos factores, entre estos están: condiciones climáticas (temperatura y humedad), fertilidad, manejo del cultivo, cosecha, ciclo vegetativo. Todos estos factores unidos favorablemente aumentan el potencial de rendimiento y beneficio (Saumell, 2005).

Nato (2008), explica que los problemas que aquejan al cultivo de soya son: falta de tecnología y técnica modernas para cultivar productos tradicionales y no tradicionales, salvo casos excepcionales, resistencia a usar nuevas técnicas de cultivo, falta de crédito y tasas de interés muy alta en el sector agropecuario, falta de obras de infraestructura como caminos vecinales, control de inundaciones, además problemas de tenencia de tierras por parte de los pequeños productores poseionarios.

La soya que se consume en el Ecuador es, en su mayoría, importada debido a los escasos cultivos que existen en el país y a la calidad de la semilla nacional. Por tal motivo, varias instituciones especializadas en estudios agrarios trabajan en la elaboración de nuevas variedades que puedan ganar mercado. El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) a través de su Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos desarrolla variedades de mayor calidad y resistencia que se entregaran en el litoral ecuatoriano. Las nuevas variedades deben contar con un potencial de rendimiento superior a los 6000 kilogramos por hectárea. Además el uso de biofertilizantes que estimulen la producción de la planta y por ende, aumenten los ingresos económicos de los sojeros, hace necesaria su investigación. Esto es de vital importancia debido al crecimiento del consumo de la torta de soya (producto que ya no contiene aceite), que actualmente se ubica en cerca de 45 mil toneladas mensuales (Durango, *et al.* 2008).

Según los mismos autores desafortunadamente, las condiciones climáticas desfavorables para los sembríos provocan una escasa producción, la misma que cubre solamente el 10 % de la demanda nacional.

Esto se respalda con datos del Banco Central del Ecuador (BCE), de enero a agosto de 2009, el país importó 437,89 mil kilogramos de la soya, lo que representa unos \$866,90 mil. Esto quiere decir un incremento del 46,93% en relación al mismo periodo del año pasado. Siendo el principal importador de soya es los Estados Unidos con el 79,1% del total. (JMF), por ende los derivados a base de soya amplían el mercado consumidor. Tómese en consideración también que según datos, la producción nacional es poco significativa y no se compara con la de países como Brasil, que llega a las 23 millones de hectáreas cultivadas (BCE, 2010).

## **2.2. Manejo agronómico del cultivo de soya.**

A partir de estudios realizados por Muller y Elienberg (2004), se ha manifestado que en la actualidad muchos de los procesos agrícolas han hecho a la agricultura insostenible. Mucho de esto se debe a sistemas de producción extensivos caducos y de sobre explotación de la selva caducifolia. Los principales problemas encontrados en el sector tropical son: a) Degradación física de suelos ocasionada por la erosión hídrica; b) Degradación biológica, incluida la deforestación y sobrepastoreo, Las causas son: la falta de conocimiento, poco acceso a insumos, falta de conciencia y la falta de tecnología apropiadas para cada zona.

La evaluación de muchas características y variables de la planta de soya deben ser evaluadas en diferentes suelos a diversos niveles de fertilidad, y en varios tipos de manejo, ya que dependiendo del medio en que se siembra la soya; pueden surgir ciertos cambios que afectan el rendimiento. Además para alcanzar rendimientos altos es importante que el cultivo tenga el sistema radicular extenso y bien modulado, cuyo desarrollo a su vez depende de la humedad, tipo de suelo, métodos de cultivo y nutrientes, entre otros (Rivera, 2009)

En ciertas zonas especialmente aquellas que presentan altos contenido de materia orgánica que son desconocidos por los agricultores, es donde se aplica una exagerada cantidad de fertilizantes foliares, los cuales en lugar de elevar los rendimientos estos disminuyen en gran medida. Es notorio observar cultivos de soya con gran altura que, sin embargo, no poseen más de 25 vainas por planta (Pérez, 2008).

### **2.3. Manejo del cultivo de soya.**

El período de siembra de soya se extiende durante la temporada seca, variando la fecha óptima de siembra según la zona del país y el cultivar seleccionado. Tiene lugar entre los meses de mayo y septiembre. Se denomina soya de segunda a la que es sembrada como segunda cosecha en el año, generalmente en un lote que viene de arroz. Esta soya se siembra con el sistema de siembra directa, evitando pérdida de tiempo y de humedad del suelo (ESPOL, 2010).

Merece destacarse la técnica de siembra directa que se está empleando en la actualidad en Brasil, Argentina y Chile, principalmente, ya que quizá se trate de la mayor revolución agrícola llevada a cabo en el mundo en las últimas décadas. El sistema comienza con la siembra de un cultivo de invierno que produzca mucha biomasa y tenga capacidad para cubrir toda la superficie, con objeto de que actúe como protector contra la erosión hídrica. Los mejores resultados se han logrado utilizando maíz como cultivo invernal (Benítez, 2001).

La capa de biomasa segada se deja sobre la superficie para que se vaya descomponiendo de forma natural, controle el desarrollo de malezas y proteja el suelo de la erosión. Dos o tres días después de aplicar el herbicida, se siembra la soya. Las operaciones mecánicas se reducen drásticamente, ya que desaparecen los métodos convencionales de preparación del terreno. Ello supone, además de una disminución de los problemas de compactación del suelo, un descenso significativo de los costes de producción. Por otra parte, al poco tiempo de llevar a cabo este tipo de prácticas se observan efectos positivos en el medio ambiente que, por supuesto, benefician al productor: de esta forma se desarrollan especies que ayudan a mantener en equilibrio el ecosistema creado por el cultivo y que habían desaparecido con el método tradicional (EMBRAPA, 2012).

La soya requiere un suelo libre de palizadas, es mejor que utilice “un espeque” para la siembra, así se aprovecha mejor el suelo y habrá más producción, la distancia adecuada para la soya es de 40 centímetros entre hileras y 20 centímetros entre plantas, este sistema se aplica a terrenos cuyas áreas son pequeñas (Will, 2010).

Las prácticas de labranza cero o siembra directa ha ayudado a desacelerar en un tiempo relativamente corto los procesos de erosión especialmente por labranza no adecuada en suelos tropicales a nivel mundial, disminuyendo también las aplicaciones de enmiendas químicas. En procesos a largo plazo ha reducido considerablemente el uso de horas-tractor y consumo de combustible abaratando costos de producción, así como la incidencia de plagas y enfermedades (FAO, 2010).

La siembra directa apunta a encontrar y desarrollar posibles alternativas a largo plazo viables de prácticas agrícolas, para que los productores utilizando estas prácticas agrícolas adecuadamente les ayude a manejar de una manera racionalizada la siembra de sus cultivos. Así como detener la erosión y mejorar de esta manera la capacidad productiva de los suelos; y su sostenibilidad a través del tiempo (Viera & Castro, 2002).

En estudios realizados se comprobó que el sistema de siembra directa continua, no provoca compactación en los suelos, sino su endurecimiento superficial. Este trabajo duró cuatro años, se realizó en suelos franco arenosos y franco arcillosos limosos, se manifiesta que la compactación de los suelos no es el resultado del total de espacios porosos sino de los poros de mayor tamaño. También se detectó un cambio en la porosidad, así como que en los suelos francos arenosos se produce la remoción del piso de arado. Los suelos tienen la capacidad de regenerarse y definir adaptabilidad al manejo de siembra directa, pues la ausencia de labranza generalmente reduce la posibilidad de cambios de porosidad. Manifiesta como conclusión que los suelos limosos no son apropiados para este sistema (Taboada, Micucci y Cusentino, 2009).

Para el Instituto del Fósforo y Potasio (1998), la mala estructura del suelo debido a la excesiva labranza, así como el encharcamiento y la compactación del mismo por idéntico problema reducen en gran cantidad la absorción de minerales especialmente potasio, debido a que reducen la cantidad de oxígeno en el suelo. También se considera como ficticio que el uso de maquinaria dé mayores rendimientos, se considera que mientras mayor sea el uso de labranza más erosión y degradación de suelos hay (Benítez, 2001). Se considera que los suelos de las zonas tropicales no necesitan ararse generalmente. Por esto han inducido el uso de labranza cero. En ciertos ensayos en Nepal se ha demostrado que siempre que haya suficiente humedad, esta técnica produce rendimientos considerablemente más abundantes que la labranza común (FAO, 2001).

En detalle se sabe que el desgaste de materia orgánica se produce por el laboreo de suelos y no por los cultivos sembrados. El incremento de materia orgánica se da cuando se reducen todas o parcialmente ciertas labores de cultivo y la tasa de humificación supera a la tasa de mineralización. A pesar de esto se debe acompañar el sistema con un buen manejo de malezas, especialmente los dos primeros años, así como un cambio en la aplicación de fertilizantes para los cultivos. En ciertos sectores estudiados se ha producido incrementos desde 1 % al 2,8 % de materia orgánica, así mismo se han encontrado porcentajes de 0.2 % debido a labranza por 7 o más años y sin embargo al cabo de cierto periodo se ha elevado hasta el 6 %, esto se atribuye a que el proceso de erosión del suelo disminuye (Solórzano, 2000).

En la actualidad, se han dado diversas condiciones que permiten realizar un diagnóstico más certero acerca de las expectativas de respuesta a la fertilización con microelementos. Estas incluyen la mayor difusión de análisis de suelo y tejido, la observación de síntomas visuales a campo, y un conocimiento más amplio acerca de eventuales deficiencias regionales, notables avances acerca del rol de los nutrientes en la respuesta de las plantas a condiciones de estrés y herramientas de medición que permiten detectar pequeñas diferencias de rendimiento a nivel de campo (Mallarino *et al.*, 1998).

El azufre es parte de las proteínas y de las enzimas. Promueve la formación de nódulos en las raíces de las leguminosas. El boro tiene una función importante en la translocación de los azúcares y en el metabolismo de los carbohidratos (Rivera, 2009).

El fósforo es indispensable para el desarrollo de las raíces y para el crecimiento y macollamiento de las plantas. Las plantas pueden sufrir de raquitismo moderado, reducción del crecimiento y afectar la formación de grano. Las plantas deficientes tienen generalmente un color verde oscuro, hojas más erectas que las normales. Las deficiencias del elemento en algunas variedades presentan hojas más viejas muestran un color naranja o una decoloración púrpura. Así mismo la deficiencia de fósforo puede ocurrir en suelos muy ácidos, ácidos sulfatados y alcalinos. El fósforo es más disponible en suelos fangueados que en suelos de secano (IPNI, 2013).

Los mismos autores mencionan que el anegamiento incrementa la disponibilidad del fósforo, generalmente, es más grave en los cultivos de secano. Cuando hay deficiencia de fósforo, las plantas no responden a los fertilizantes nitrogenados, ni a los potásicos. El fósforo siempre se debe aplicar antes o poco después de la siembra.

Bravo (2010), menciona entre las funciones del magnesio que forma parte de las moléculas de clorofila es determinante sobre la fotosíntesis, participa en el balance electro lítico dentro de la planta y es activador enzimático especialmente en reacciones de fosforilación del ATP en el metabolismo de los azúcares y en síntesis de ácidos nucleicos y en síntesis de proteína. Así mismo produce el color verde y ayuda en la absorción de P.

El magnesio es un elemento muy móvil y se trasloca fácilmente. Los síntomas aparecen en las hojas más viejas. Se presentan serie de rayas claramente definidas, de color verde amarillento, amarillo claro. En los estados avanzados toma una coloración amarillo pálido uniforme, luego un color pardo y finalmente necrótico. La mayoría de las deficiencias de Mg ocurren en suelos de textura "gruesa" (arenoso) y ácidos. Deficiencias en suelos alcalinos donde el agua

contiene alta concentración de bicarbonatos. El Mg puede ser deficiente en suelos sódicos (fertisa, 2013).

Aplicaciones de N P K que no contienen Mg realizadas durante años pueden disminuir severamente el nivel de Mg en el suelo. En suelos bajos en Mg la aplicación de K puede reducir la habilidad de la planta para absorber Mg. La deficiencia de Mg inducida por K puede afectar seriamente el rendimiento (Bravo, 2010).

Según el IPNI (2013), el boro intervine en el transporte de azúcares, participa en la diferenciación y desarrollo celular en el metabolismo del N y actúa en la absorción activa de sales, en el metabolismo hormonal, en las relaciones hídricas, en el metabolismo del P y en la fotosíntesis. Los síntomas más característicos de las deficiencias de Boro son: espigas estériles, tallos huecos, poco desarrollo de los granos, hojas con rayas alargadas, acuosas o transparentes que más tarde se tornan blancas y nuevos, puntos de crecimientos muertos.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación y descripción del campo experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en los terrenos de la granja experimental “San Pablo” de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en km 7,5 de la vía Babahoyo-Montalvo.

La zona presenta un clima tropical húmedo; con una altura de 8 m.s.n.m., ubicada entre las coordenadas geográficas 79°32', de longitud occidental y 1° 49' de latitud sur, teniendo una precipitación promedio de 1563.4 mm, con temperatura de 24.7 °C promedio anual<sup>3</sup>.

#### 3.2. Material Vegetativo

Se utilizó la variedad de soya INIAP 308, cuyas características agronómicas son las siguientes<sup>4</sup>:

Habito de crecimiento	:	Determinado
Días a Floración	:	40 a 46
Días a cosecha	:	110 a 120
Altura de planta en cm	:	67 a 78
Altura primer vaina cm	:	14 a 16
Vainas por plantas	:	49 a 74
Semillas por planta	:	109 a 150
Peso de 100 semillas	:	17 a 20
en gramos		

#### 3.3. Métodos

Para el trabajo de campo se empleó los métodos: Deductivo, inductivo y experimental.

---

<sup>3</sup> 1/ Dato recopilado en la Estación Meteorológica de la FACIAG. 2013.

<sup>4</sup> Fuente. www.ecuaquimica.com.2013

### 3.4. Factores Estudiados

Variable dependiente: Comportamiento agronómico del cultivo de soya.

Variable independiente: Dosis de aplicación de fertilizantes y sistemas de siembra.

### 3.5. Tratamientos

Los tratamientos se encuentran registrados en la siguiente tabla:

Tratamientos	Subtratamientos			Época de aplicación
	P	Mg	B	
Siembra Directa	0	0	0	
	30	10	1.0	0-20
	40	15	1.5	0-20
	50	20	2.0	0-20
Siembra al voleo	0	0	0	
	30	10	1.0	0-20
	40	15	1.5	0-20
	50	20	2.0	0-20
Siembra a chorro continuo	0	0	0	
	30	10	1.0	0-20
	40	15	1.5	0-20
	50	20	2.0	0-20

### 3.6. Diseño Experimental

Se utilizó el diseño experimental Bloques completos al azar arreglo 3 x 4, con 12 tratamientos y 3 repeticiones.

Para la diferenciación de promedios se empleará el análisis de varianza y la evaluación con comparación de medias se hará con la prueba de Tukey al 95 % de posibilidades

### 3.6.1 ANDEVA

Fuente de variación	Grados de libertad
Bloques	2
Factor a (Tipos de siembra)	2
Factor b (dosis de fertilizante)	3
Interacción A x B	6
Error b	22
TOTAL	35

### 3.7. Manejo del Ensayo

Durante el desarrollo del ensayo se realizaron todas las labores y prácticas agrícolas que requirió el cultivo.

#### 3.7.1 Análisis de suelo

Antes de la preparación del suelo, se tomó una muestra compuesta del mismo. Luego se procedió al análisis físico y químico en los laboratorios del INIAP.

#### 3.7.2 Preparación del terreno

La preparación de suelo consistió en la utilización de un sistema de labranza para cada tratamiento. En el sistema de siembra directa se sembró sobre el suelo sin labrar (no se roturó el mismo), limpiando previamente el sitio de siembra de arvenses presentes con aplicación de Glifosato 3 L/ha. En los sistemas de siembra al voleo y semichorro se realizó un pase de rom plow y 2 de rastra en sentido cruzado.

#### 3.7.3 Siembra

La siembra directa se hizo de manera manual con un pico que simuló la línea de corte dejada por un sembradora de cero labranza, colocando la semilla distanciada a 0.05 cm entre plántula y 0.4 entre hileras. La siembra al voleo consistió en la dispersión de 90 kg de semilla por hectárea en el segundo pase de rastra, de manera manual. La siembra en surcos se realizó colocando semilla a semichorro continuo en hilera realizadas manualmente separadas a 35 cm. A los 20 días después de la siembra se raleo el cultivo, dejando entre 14-16 semilla por metro lineal.

La semilla empleada en el proceso de siembra fue protegida del ataque de hongos aplicando el fungicida carboxin + captan con una dosis de 1 g por kilo de semilla, en el total de los tratamientos. En la misma mezcla se aplicó el insecticida para el control de insectos de suelos Thiodicarb en dosis de 10 cc/ kg de semilla. En un proceso posterior se procedió a la inoculación de la semilla con la bacteria *Bradyrhizobium*, para esto previamente se mojó la semilla con una solución azucarada, luego se mezcló a razón de 5 g por kilo de semilla.

#### **3.7.4 Control de malezas**

El control de malezas se realizó aproximadamente a los 28 días después de la siembra. Los productos utilizados fueron Propiquizafod a razón de 0,75 L/ha y Acitluorfen con una dosis de 0,75 L/ha, se mezcló con un surfactante-fijador para mejorar la eficiencia.

Debido a la fuerte infestación por malezas se realizaron tres desyerbas manuales, siendo la primera a los 40 días después de la siembra. Posteriormente se desyerbo a los 65 y 90 días después de la siembra, se utilizó un machete para esta labor.

#### **3.7.5 Control fitosanitario**

Para el control de insectos plagas se utilizó un manejo basado en la incidencia y severidad de los daños. A los 25 días después de la siembra se aplicó Cipermetrina en dosis de 300 cc/ha para el control de mariquitas (*Diabrotica spp.*) y masticadores de hojas (*Alabama sp.*). Posteriormente a los 40 días se aplicó Profenofos en dosis de 500 cc/ha para el control de sanduchero (*Hedilepta indicata*). La ultima aplicación se hizo a los 65 días después de la siembra con Pirimifos para el control de mosca blanca y acaros, en dosis de 450 cc/ha.

Las evaluación de enfermedades determinó aplicaciones preventivas y curativas para roya de la soya (*Phakopsora pachirrizi*), para lo cual se utilizó Propiconazole en dosis de 500 cc/ha a los 35 días y 5 después de la siembra, aplicándose a los 50 días después de la siembra Amistar Top® (Difenoconazole + Azoxistrobina) en dosis de 350 cc/ha.

### **3.7.6 Riego**

El ensayo se lo realizó a salida de la época lluviosa, sin embargo por déficit hídrico se realizó la aplicación de dos riegos para favorecer el desarrollo del cultivo. El primero se dio a los 25 días después de la siembra a razón de 200 mm y el segundo 25 días después del primero utilizando de 300 mm, aproximadamente.

### **3.7.7 Fertilización**

La fertilización del cultivo se realizó según los resultados del análisis de suelo realizado. Las dosis de fertilizantes se aplicaron según el cuadro de tratamientos a los 0 y 20 días después de la siembra, en horas de la mañana para evitar estrés y pérdida de eficiencia.

La fuente utilizada para el fósforo fue el Difosfato de amonio (18 % N y 46 % P), Sulfato de Magnesio (22 % S y 27 % Mg) para el magnesio y Solubor (20 % B) para el Boro. Se distribuyeron según el cuadro de tratamientos en proporciones iguales.

### **3.7.8 Cosecha**

La cosecha se realizó cuando el cultivo alcanzó su madurez fisiológica en campo, es decir la plantas perdieron el 100 % de su biomasa foliar.

## **3.8. Datos evaluados**

### **3.8.1 Altura de planta.**

Se lo tomó en 10 plantas al azar en cada parcela a los 45 días y al momento de la cosecha considerado la parte basal hasta la yema terminal de cada planta, sus resultados se expresaron en cm.

### **3.8.2 Altura a la primera vaina.**

Este parámetro se evaluó al momento de la cosecha donde se midió la altura desde el nivel del suelo hasta la inserción de la primera vaina, en 10 plantas que fueron tomadas al azar en cada tratamiento y se expresó en cm.

### **3.8.3 Días a floración.**

Este valor se consideró desde el momento de la siembra hasta que en cada subparcela el 50 % de las plantas tuvieron flores abiertas.

### **3.8.4 Días a maduración fisiológica.**

Se contabilizó los días desde el momento de la siembra hasta que en cada subparcela, el 50 % de las plantas alcanzaron la madurez fisiológica.

### **3.8.5 Número de vainas por planta.**

Este parámetro se evaluó en 10 plantas al azar del área útil de cada subparcela, donde se procedió a contar el número total de vainas en cada planta.

### **3.8.6 Número de granos por vaina.**

Se determinó en las mismas 10 plantas evaluadas en el registro anterior en cada subparcela procediendo a promediar su resultado.

### **3.8.7 Peso de 100 semillas.**

Se registró el peso de 100 semillas en cada parcela útil y su resultado se lo expresó en gramos.

### **3.8.8 Rendimiento por hectárea.**

El rendimiento estuvo dado por los gramos provenientes del área útil de cada parcela experimental transformando su peso en kg/ha y se ajustó al 13 % de humedad mediante la siguiente formula:

$$Ps = \frac{(Pa100 - ha)}{100 (hd)}$$

Dónde:

Ps = Peso seco

Pa = Peso actual

hd = Humedad deseada

ha = Humedad Actual

### **3.8.9 Eficiencia agronómica de la aplicación de fertilizantes.**

Se basa en un balance entre la demanda de nutrientes del cultivo y la oferta de nutrientes desde el suelo, medida a través del rendimiento, considerándose la eficiencia de uso del nutriente. Matemáticamente se expresó de la siguiente forma:

$$\text{Dosis} = \text{Rendimiento kg h}^{-1} / \text{Nutriente en el suelo en kg/ha}$$

### **3.8.10 Análisis Económico de los tratamientos.**

Una vez calculado el rendimiento del cultivo por hectárea, se contabilizó los costos realizados en el cultivo por hectárea y realizaron las operaciones matemáticas para determinar su utilidad y beneficio.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Altura de planta.

Los valores promedios de altura de planta se observan en el Cuadro 1. El análisis de varianza obtuvo diferencias altamente significativas para sistemas de siembras, no se presentaron diferencias significativas para dosis de fertilizantes y diferencias significativas para interacciones. El coeficiente de variación es 7,60 %.

En los sistemas de siembra, la siembra al voleo alcanzó la mayor altura de planta con 71,7 cm, estadísticamente igual a la siembra a chorro continuo y ambas superiores estadísticamente a la siembra directa, que reportó 63,9 cm.

En cuanto a las dosis de fertilizantes, la aplicación de 40 kg de P; 15 kg de Mg y 1,5 kg de B consiguió la mayor altura de planta con 71,9 cm y el menor valor con 65,5 cm el empleo de 30 kg de P; 10 kg de Mg y 1,0 kg de B.

En la interacción sobresalió la siembra a chorro continuo aplicando 40 kg de P; 15 kg de Mg y 1,5 kg de B con 74,7 cm, estadísticamente igual a los demás tratamientos, excepto la siembra directa con el uso de 30 kg de P; 10 kg de Mg y 1,0 kg de B quien obtuvo el menor valor con 57,2 cm.

### 4.2. Altura a la primera vaina.

En altura a primera vaina no se determinó diferencias significativas para sistemas de siembra, dosis de fertilizantes e interacciones, siendo el coeficiente de variación 20,89 %. (Cuadro 1).

En los sistemas de siembra, la siembra al voleo registró la mayor altura a la primera vaina (22,9 cm) y el menor valor la siembra directa (19,7 cm).

En dosis de fertilizantes, en el empleo de 50 kg de P; 20 kg de Mg y 2,0 kg de B se observó la mayor altura a la primera vaina (22,9 cm) y la menor altura para el Testigo sin aplicación de fertilizantes (18,2 cm).

Las interacciones sobresalieron con la siembra al voleo aplicando 40 kg de P; 15 kg de Mg y 1,5 kg de B (24,7 cm, mientras que la menor altura a la primera vaina fue para el sistema de siembra a chorro continuo sin aplicación de fertilizantes (15,7 cm).

Cuadro 1. Altura de planta y altura a la primera vaina, en los efectos de sistemas de siembra en combinación con aplicaciones de magnesio, fósforo y boro sobre el rendimiento del cultivo de soya en la zona de Babahoyo. FACIAG-UTB. 2014.

Sistemas de siembra	Dosis de fertilizantes			Altura de planta	Altura a la primera vaina
	P	Mg	B		
Siembra directa				63,9 b	19,7
Siembra al voleo				71,7 a	22,9
Siembra a chorro continuo				70,1 a	21,3
	0	0	0	68,1	18,2
	30	10	1,0	65,5	21,8
	40	15	1,5	71,9	22,3
	50	20	2,0	68,7	22,9
Siembra directa	0	0	0	65,0 ab	19,5
	30	10	1,0	57,2 b	19,2
	40	15	1,5	69,2 ab	19,8
	50	20	2,0	64,2 ab	20,2
Siembra al voleo	0	0	0	71,2 ab	19,5
	30	10	1,0	69,5 ab	23,5
	40	15	1,5	72,0 ab	24,7
	50	20	2,0	74,0 a	24,0
Siembra a chorro continuo	0	0	0	68,0 ab	15,7
	30	10	1,0	69,7 ab	22,8
	40	15	1,5	74,7 a	22,3
	50	20	2,0	67,8 ab	24,5
Promedio general				68,5	21,3
Factor "A"				**	ns
Factor "B"				Ns	ns
Interacción				*	ns
C.V.				7,60 %	20,89 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

#### **4.3. Número de vainas por planta.**

En la variable número de vainas por planta, en lo referente a los sistemas de siembra, la siembra directa presentó el mayor valor con 53 vainas/planta y el menor valor la siembra al voleo con 43 vainas/planta.

En las dosis de fertilizantes, el testigo sin aplicación reportó el mayor valor con 65 vainas/planta, estadísticamente igual a las aplicaciones de 30 kg de P; 10 kg de Mg y 1,0 kg de B; 40 kg de P; 15 kg de Mg y 1,5 kg de B y superiores estadísticamente al empleo de 50 kg de P; 20 kg de Mg y 2,0 kg de B con 40 vainas/planta.

En las interacciones, el mayor número de vainas/planta lo registró la siembra directa sin aplicación de fertilizantes con 80 vainas y el menor valor la siembra al voleo aplicando 40 kg de P; 15 kg de Mg y 1,5 kg de B y siembra a chorro continuo con 50 kg de P; 20 kg de Mg y 2,0 kg de B con 37 vainas.

El análisis de varianza no presentó diferencias significativas para sistemas de siembra e interacciones y diferencias significativas para dosis de fertilizantes, con un coeficiente de variación de 32,90 %. (Cuadro 2)

#### **4.4. Número de granos por vainas.**

La variable número de granos por vainas, según el análisis de varianza, no detectó diferencias significativas, siendo el coeficiente de variación 22,77 %. (Cuadro 2)

Según los factores observados y su influencia en las interacciones, el sistema de siembra a chorro continuo con aplicaciones de 50 kg de P; 20 kg de Mg y 2,0 kg de B y el testigo absoluto alcanzó mayor número de granos con vainas con 3 granos/vainas, mientras que los demás sistemas de siembra y dosis de fertilizantes lograron 2 granos/vainas.

Cuadro 2. Número de vainas por planta y número de granos por vainas, en los efectos de sistemas de siembra en combinación con aplicaciones de magnesio, fósforo y boro sobre el rendimiento del cultivo de soya en la zona de Babahoyo. FACIAG-UTB. 2014.

Sistemas de siembra	Dosis de fertilizantes			Número de vainas por planta	Número de granos por vainas
	P	Mg	B		
Siembra directa				53	2
Siembra al voleo				43	2
Siembra a chorro continuo				52	3
	0	0	0	65 a	2
	30	10	1,0	46 ab	2
	40	15	1,5	45 ab	2
	50	20	2,0	40 b	2
Siembra directa	0	0	0	80	2
	30	10	1,0	43	2
	40	15	1,5	45	2
	50	20	2,0	43	2
Siembra al voleo	0	0	0	45	2
	30	10	1,0	49	2
	40	15	1,5	37	2
	50	20	2,0	41	2
Siembra a chorro continuo	0	0	0	72	3
	30	10	1,0	47	2
	40	15	1,5	54	2
	50	20	2,0	37	3
Promedio general				49	2
Factor "A"				ns	ns
Factor "B"				*	ns
Interacción				ns	ns
C.V.				32,90	22,77 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

#### **4.5. Días a floración.**

La variable de días a floración, según el análisis de varianza, mostró diferencias altamente significativas para sistemas de siembra e interacciones y no se observó diferencias significativas para dosis de fertilizantes.

El sistema de siembra a chorro continuo tardó en florecer con 55 días, superior estadísticamente a los demás sistemas, siendo la siembra al voleo la que obtuvo floración precoz con 52 días.

En cuanto a las dosis de fertilizantes, todos reportaron 54 días. Para las interacciones, la siembra a chorro continuo con aplicación de 30 kg de P; 10 kg de Mg y 1,0 kg de B tardó en florecer con 56 días, igual estadísticamente al mismo sistema de siembra con las demás dosis de fertilizantes y todos ellos superiores estadísticamente al resto de factores, resultando la siembra al voleo con aplicación de 40 kg de P; 15 kg de Mg y 1,5 kg de B; 50 kg de P; 20 kg de Mg y 2,0 kg de B y el testigo sin aplicación de fertilizante el que floreció precozmente con 52 días.

El coeficiente de variación fue 0,84 %

#### **4.6. Días a maduración.**

En el mismo Cuadro 3, se determinan los promedios de días a maduración. El análisis de varianza obtuvo diferencias altamente significativas para sistemas de siembra e interacciones y no se encontraron diferencias significativas para dosis de fertilizantes. El coeficiente de variación fue 0,63.

En lo referente a sistemas de siembra, la siembra a chorro continuo tardó en madurar con 90 días, superior estadísticamente a los demás sistemas de siembra siendo la siembra al voleo la de menor valor con 84 días.

En la dosis de fertilizantes, el testigo sin aplicación tardó en madurar, a diferencia del resto de dosis de fertilizante que presentaron 86 días.

En las interacciones, la siembra a chorro continuo aplicando 30 kg de P; 10 kg de Mg y 1,0 kg de B tardaron en madurar con 91 días, seguidas del mismo sistemas de siembra con las demás dosis de fertilizantes incluido el testigo, que reportaron 90 días, siendo así estadísticamente iguales entre ellas y superiores estadísticamente al resto de interacciones, consiguiendo la siembra al voleo, aplicando 50 kg de P; 20 kg de Mg y 2,0 kg de B el menor valor con 83 días.

Cuadro 3. Días a floración y maduración, en los efectos de sistemas de siembra en combinación con aplicaciones de magnesio, fósforo y boro sobre el rendimiento del cultivo de soya en la zona de Babahoyo. FACIAG-UTB. 2014.

Sistemas de siembra	Dosis de fertilizantes			Días a floración	Días a maduración
	P	Mg	B		
Siembra directa				54 b	85 b
Siembra al voleo				52 c	84 c
Siembra a chorro continuo				55 a	90 a
	0	0	0	54	87
	30	10	1,0	54	86
	40	15	1,5	54	86
	50	20	2,0	54	86
Siembra directa	0	0	0	54 bc	86 b
	30	10	1,0	54 bc	85 bc
	40	15	1,5	54 bc	85 bc
	50	20	2,0	54 bc	86 b
Siembra al voleo	0	0	0	52 d	84 cd
	30	10	1,0	53 cd	84 cd
	40	15	1,5	52 d	84 cd
	50	20	2,0	52 d	83 d
Siembra a chorro continuo	0	0	0	55 ab	90 a
	30	10	1,0	56 a	91 a
	40	15	1,5	55 ab	90 a
	50	20	2,0	55 ab	90 a
Promedio general				54	86
Factor "A"				**	**
Factor "B"				ns	ns
Interacción				**	**
C.V.				0,84 %	0,63 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

#### **4.7. Peso de 100 semillas.**

Según el análisis de varianza se obtuvieron diferencias altamente significativas para la variable del peso de 100 semillas, con un coeficiente de variación de 23,0 % (Cuadro 4).

En los sistemas de siembra, el mayor peso de 100 semillas correspondió para el siembra a chorro continuo (23,9 g), estadísticamente superior al resto de sistemas, encontrándose en la siembra directa el menor valor (22,2 g).

En las dosis de fertilizantes, 30 kg de P; 10 kg de Mg y 1,0 kg de B sobresalió en cuanto al peso de 100 semillas (24,4 g), estadísticamente superior a las demás dosis, cuyo tratamiento testigo fue de menor valor (21,4 g).

Las interacciones reportaron el mayor valor para la siembra a chorro continuo, aplicando 30 kg de P; 10 kg de Mg y 1,0 kg de B (24,9 g), estadísticamente igual a la siembra a chorro continuo, empleando dosis de 40 kg de P; 15 kg de Mg y 1,5 kg de B y 50 kg de P; 20 kg de Mg y 2,0 kg de B; siembra directa y al voleo, ambas con dosis de 30 kg de P; 10 kg de Mg y 1,0 kg de B y todos ellos superiores estadísticamente al resto de factores, obteniendo la siembra directa, sin aplicación de fertilizantes, el menor peso de 100 semillas (20,3 g).

#### **4.8. Rendimiento kg/ha.**

Los valores promedios de rendimiento no detectaron diferencias significativas para sistemas de siembra, dosis de fertilizantes e interacciones, según el análisis de varianza. El coeficiente de variación fue 23,02 %.

En los sistemas de siembra, la siembra directa y a chorro continuo obtuvo 2005,2 kg/ha, siendo este el de mayor rendimiento, mientras que el menor valor lo consiguió la siembra al voleo con 1744,8 kg/ha.

En las dosis de fertilizantes, el mayor rendimiento lo representó 30 kg de P; 10 kg de Mg y 1,0 kg de B con 2083,3 kg/ha y el menor valor el testigo sin aplicación con 1674,4 kg/ha.

En la interacción la siembra a chorro continuo empleando 30 kg de P; 10 kg de Mg y 1,0 kg de B consiguió el mayor rendimiento con 2395,8 kg/ha y el menor valor siembra al voleo usando 40 kg de P; 15 kg de Mg y 1,0 kg de B con 1562,5 kg/ha.

Cuadro 4. Peso de 100 semillas, en los efectos de sistemas de siembra en combinación con aplicaciones de magnesio, fósforo y boro sobre el rendimiento del cultivo de soya en la zona de Babahoyo. FACIAG – UTB. 2014.

Sistemas de siembra	Dosis de fertilizantes			Peso de 100 semillas	Rendimiento (kg /ha)
	P	Mg	B		
Siembra directa				22,2 c	1932,9
Siembra al voleo				22,8 b	1744,8
Siembra a chorro continuo				23,9 a	2005,2
	0	0	0	21,4 c	1674,4
	30	10	1,0	24,4 a	2083,3
	40	15	1,5	23,0 b	1840,3
	50	20	2,0	22,9 b	1979,2
Siembra directa	0	0	0	20,3 e	1585,7
	30	10	1,0	23,8 ab	2083,3
	40	15	1,5	22,7 bcd	1979,2
	50	20	2,0	21,9 cd	2083,3
Siembra al voleo	0	0	0	21,3 de	1770,8
	30	10	1,0	24,6 a	1770,8
	40	15	1,5	22,3 cd	1562,5
	50	20	2,0	22,9 bc	1875,0
Siembra a chorro continuo	0	0	0	22,7 bcd	1666,7
	30	10	1,0	24,9 a	2395,8
	40	15	1,5	24,0 ab	1979,2
	50	20	2,0	24,1 ab	1979,2
Promedio general				23,0	1894,3
Factor "A"				**	ns
Factor "B"				**	ns
Interacción				**	ns
C.V.				2,13 %	22,63 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

#### 4.9. Eficiencia agronómica de fertilizantes.

Los valores promedios de eficiencia agronómica de la aplicación de los fertilizantes, se presentan en el Cuadro 5.

En las dosis de fertilizantes, se encontró un patrón de eficiencia cuando se utilizó los sistemas de siembra de Chorro Continuo y Siembra Directa. Así mismo niveles bajos de aplicación de nutrientes (30kg P – 10kg Mg – 1,0kg B y 40kg P – 15kg Mg – 1,5kg B), generan una mejor respuesta del cultivo con valores de 69,4 kg/kg de P, 208,3 kg/kg Mg y 1388,9 kg/kg B.

Cuadro 5. Eficiencia agronómica de fertilizantes, en los efectos de sistemas de siembra en combinación con aplicaciones de magnesio, fósforo y boro sobre el rendimiento del cultivo de soya en la zona de Babahoyo. FACIAG – UTB. 2014.

Sistemas de siembra	Dosis de fertilizantes			Eficiencia agronómica Rendimiento (kg/kg)		
	P	Mg	B	P	Mg	B
	0	0	0	0	0	0
	30	10	1,0	69,4	208,3	1388,9
	40	15	1,5	46,0	122,7	1226,9
	50	20	2,0	39,6	99,0	989,6
Siembra directa	0	0	0	0	0	0
	30	10	1,0	69,4	208,3	1388,9
	40	15	1,5	49,5	131,9	1319,5
	50	20	2,0	41,7	104,2	1041,7
Siembra al voleo	0	0	0	0	0	0
	30	10	1,0	59,0	177,1	1180,5
	40	15	1,5	39,1	104,2	1041,7
	50	20	2,0	37,5	93,8	937,5
Siembra a chorro continuo	0	0	0	0	0	0
	30	10	1,0	79,9	239,6	1597,2
	40	15	1,5	49,5	131,9	1319,5
	50	20	2,0	39,6	99,0	989,6
Promedio general				51,68	143,32	1201,80

#### **4.10. Análisis económico.**

Elaborado el análisis económico se encontró que todos los tratamientos tuvieron utilidades positivas (Cuadro 6). El mayor rendimiento económico se dio En el sistema de siembra Chorro continuo con la aplicación 30 kg de P, 10 kg de Mg y 1,0 kg de B con \$808,87, observándose menor utilidad con el sistema de voleo cuando se aplicó 40 kg de P, 15 kg de Mg y 1,5 kg de B con \$324.17.

Cuadro 6. Análisis Económico, en los efectos de sistemas de siembra en combinación con aplicaciones de magnesio, fósforo y boro sobre el rendimiento del cultivo de soya en la zona de Babahoyo. FACIAG – UTB. 2014.

Tratamiento	Dosis P-Mg-B	Rendimiento o Kg/ha	Ingresos	Costos Fijos	Costos de Cosecha	Costo Aplicación	Costo total	Utilidad
Siembra directa	0-0-0	1585,7	1011,78	503,7	104,7	0	608,4	403,38
	30-10-1,0	2083,3	1329,28	503,7	137,5	58	699,2	630,08
	40-15-1,5	1979,2	1262,86	503,7	130,6	66	700,3	562,56
	50-20-2,0	2083,3	1329,28	503,7	137,5	100	741,2	588,08
Siembra voleo	0-0-0	1770,8	1129,88	503,7	116,9	0	620,6	509,28
	30-10-1,0	1770,8	1129,88	503,7	116,9	58	678,6	451,28
	40-15-1,5	1562,5	996,97	503,7	103,1	66	672,8	324,17
	50-20-2,0	1875	1196,37	503,7	123,8	100	727,5	468,87
Chorro Continuo	0-0-0	1666,7	1063,46	503,7	110	0	613,7	449,76
	30-10-1,0	2395,8	1528,67	503,7	158,1	58	719,8	808,87
	40-15-1,5	1979,2	1262,86	503,7	130,6	66	700,3	562,56
	50-20-2,0	1979,2	1262,86	503,7	130,6	100	734,3	528,56

Costo 50 kg/grano: \$29; Dap 50 kg: \$36; Sulfato de Magnesio 50 kg: \$32; Solubor kg: \$5.

## V. DISCUSIÓN

En función de los resultados se determinó que la aplicación de programas de aplicación de fósforo, magnesio y boro: en diferentes dosis y en varios sistemas de siembra, presentan incidencia sobre la producción del cultivo de soya.

En los sistemas de siembra se encontró diferencias en aquellos sistemas donde la cantidad de semilla es controlada y distribuida de mejor manera, es decir los sistemas de chorro continuo y siembra directa, al tener una mejor homogenización de semilla sobre el terreno, evitan la competencia de las mismas favoreciendo la asimilación de los nutrientes aportados, esto por cuanto no existen sobrepoblaciones. Como lo indica Rivera (2009), quien menciona que la evaluación de muchas características y variables de la planta de soya deben ser evaluadas en diferentes suelos a diversos niveles de fertilidad, y en varios tipos de manejo, ya que dependiendo del medio en que se siembra la soya; pueden surgir ciertos cambios que afectan el rendimiento. Además para alcanzar rendimientos altos es importante que el cultivo tenga el sistema radicular extenso y bien modulado, cuyo desarrollo a su vez depende de la humedad, tipo de suelo, métodos de cultivo y nutrientes, entre otros. Así mismo la FAO (2010), indica que las prácticas de labranza cero o siembra directa ha ayudado a desacelerar en un tiempo relativamente corto los procesos de erosión especialmente por labranza no adecuada en suelos tropicales a nivel mundial, disminuyendo también las aplicaciones de enmiendas químicas. En procesos a largo plazo ha reducido considerablemente el uso de horas-tractor y consumo de combustible abaratando costos de producción, así como la incidencia de plagas y enfermedades.

Los análisis de estadística muestran que las diferentes dosis de los fertilizantes aplicados incrementan el rendimiento de manera gradual, esto se debe a que el fósforo, magnesio y boro: actúan directamente sobre el crecimiento de las plantas, activando procesos de asimilación y nutrición, ya que la planta tiene los nutrientes en sus etapas iniciales. Esto lo corrobora el IPNI (2013), quienes mencionan que el fósforo es indispensable para el desarrollo de las raíces y para el crecimiento de las plantas. Las deficiencias del elemento en algunas

variedades presentan hojas más viejas muestran un color naranja o una decoloración púrpura. Además indican que el boro intervine en el transporte de azúcares, participa en la diferenciación y desarrollo celular en el metabolismo del N y actúa en la absorción activa de sales, en el metabolismo hormonal, en las relaciones hídricas, en el metabolismo del P y en la fotosíntesis. De igual manera Bravo (2010) menciona entre las funciones del magnesio que forma parte de las moléculas de clorofila es determinante sobre la fotosíntesis, participa en el balance electro lítico dentro de la planta y es activador enzimático especialmente en reacciones de fosforilación del ATP en el metabolismo de los azúcares y en síntesis de ácidos nucleicos y en síntesis de proteína. Así mismo produce el color verde y ayuda en la absorción de P.

El mayor rendimiento se logró con la aplicación de fertilizante en el sistema de siembra de chorro continuo. Este sistema favorece una mejor distribución de plantas y asimilación de los fertilizantes aplicados, lo cual es predecible por una mejor distribución del sistema radicular que estimula el desarrollo vegetativo de las plantas, maximizando el potencial agronómico.

En las variables: altura a la primera vaina, número de vainas, número de granos por vaina y rendimiento por hectárea, no se determinó significancia estadística en las evaluaciones realizadas. Esto permite deducir que estos fertilizantes influyen sobre características agronómicas relacionadas con crecimiento y peso de los granos.

Los rendimientos encontrados son bajos en comparación con promedios nacionales. Los rendimientos alcanzados por el sistema de siembra de chorro continuo alcanzó su máximo con la aplicación de 30 kg P – 10 kg Mg - 1,0 kg B con 2395,8 kg/ha. Además los resultados superan al sistema de siembra de voleo.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos en este ensayo se concluye lo siguiente:

1. El sistema de siembra de chorro continuo obtuvo un rendimiento de 2005,2 kg/ha, que fue matemáticamente superior a los demás sistemas empleados.
2. Aplicaciones de 30 kg P – 10 kg Mg - 1,0 kg B, influyeron sobre el rendimiento de grano con incrementos del 43-48 % con relación a los testigos.
3. Aplicar fertilizantes con magnesio, boro y fósforo, inciden sobre los días a floración, maduración de grano y altura de planta.
4. Las aplicaciones de fertilizantes, no inciden en las variables altura de inserción, número de granos por vaina, número de vainas por planta y rendimiento por hectárea.
5. Con la aplicación de fertilizantes con fósforo, magnesio y boro, en diferentes sistemas de siembra, no se logra significancia estadística en el rendimiento, lográndose solo aumentos numéricos.
6. La aplicación de fosforo, magnesio y boro, en diferentes sistemas de siembra, influyen indirectamente sobre el desarrollo del cultivo.
7. El tratamiento con la aplicación de 30 kg P – 10 kg Mg - 1,0 kg B, bajo el sistema de siembra en chorro continuo alcanzó con 2395,8 kg/ha.
8. El mayor rendimiento económico se dio en el sistema de siembra Chorro continuo con la aplicación 30 kg de P, 10 kg de Mg y 1,0 kg de B con \$808,87.

En base a estas conclusiones se recomienda:

1. Realizar las aplicaciones de 30 kg de P, 10 kg de Mg y 1,0 kg de B en un sistema de siembra en chorro continuo, para lograr incrementos de rendimiento de grano de soya.
2. No se recomienda usar el sistema de siembra al voleo por presentar niveles más bajo de productividad.
3. Hacer investigaciones con otros materiales de siembra, tipos de fertilizantes y bajo diferentes condiciones de manejo.

## IX. LITERATURA CITADA

Banco Central del Ecuador., BCE. 2010. Anuario de Estadísticas y Comercio. 2010. En línea [www.bce.gob.ec](http://www.bce.gob.ec). Consultado 2011.

Benítez, J. 2001. Desarrollo Sostenible de los Agroecosistemas en el sur de Sinaloa. México, Universidad de Chapingo. pp. 11-21

Carrera, M; Sánchez, Y.; Peña, C. 2004. Nodulación natural en leguminosas silvestres del Estado de Nuevo León. Instituto de Investigaciones Químico Biológicas. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán, México. (en línea). Consultado: 15/02/2011. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/51555574/Rhizobium>.

Durango, W. Morales, R. Mite, F. 2008. Manejo de biofertilizantes y estimulantes en el cultivo de soya, en la zona subcentral del litoral ecuatoriano. Memorias Congreso XI Nacional Ciencias del Suelo. pp 34-36.

EMBRAPA. 2012. Water déficits during reproductive growth of soybeans. Their effects on dry matter accumulations, seeds yield and its components. *Agronomie*12:747-749. In línea [www.embrapa.gob.br](http://www.embrapa.gob.br)

ESPOL-INIAP. 2010. Investigaciones en soya. INIAP-ESPOL-SENESCYT. Boletín divulgativo n° 140. p.12.

FAOAG21. 2001. Labranza Cero. Revista Enfoques. FAO Mayo: 4-5 ([www.FAO.org](http://www.FAO.org)). Agricultura de Conservación en Brasil.

INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS, INIAP. 2009. Informe técnico anual. Programa de soya. Estación Experimental Sur “Boliche”. Guayaquil-Ecuador. pp. 1-22.

INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. 2008. Informe técnico anual. Programa de soya. Estación Experimental Boliche. Guayaquil-Ecuador. pp. 1-22.

INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FOSFORO. 1998. Potasa: su necesidad y uso en la Agricultura Moderna. Canadá, INPOFOS-Canadá p,22

MAG. 2009. Oleaginosas y Aceites. Recuperado el 8 de agosto de 2008 <http://www.sica.gov.ec/cadenas/aceites/docs/ANALISIS.htm>

MAG. 2008 Oleaginosas y Aceites. Acciones Desarrolladas Durante El Último Año. Recuperado el 8 de agosto de 2008. [http://www.sica.gov.ec/cadenas/aceites/docs/informe\\_año\\_01\\_02.htm](http://www.sica.gov.ec/cadenas/aceites/docs/informe_año_01_02.htm)

Muller-Dambois, D.; Elleberg, H. 2004. Aimis and Methods of vegetation ecology. Wiley and Sans, New York. 547 p.

Musuruana, E.; Ivanconovch, A. 2007. La cancrrosis del tallo en soja. Revista de la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola. 200 (junio): s.n.

Nato, V. 2001. Estudio y comportamiento de cultivares de soja en la región central de la pampa argentina. INTA. Anuario Científico, 2008. Disponible en [www.inta.gob.ar](http://www.inta.gob.ar)

Pérez, J. 2008. Siembra Directa, efecto sobre los componentes de rendimiento en soja bajo dos condiciones de riego. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Entre Ríos, CP 3100, Paraná, Entre Ríos, República Argentina.

Taboada, M., Micucci, F.; Cüsentino, D. 2009. La siembra directa endurece, no compacta- Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Departamento de Sucios, pp, 12- 15.

Viera Castro, M. 2002. Evaluación de la aplicación de fertilizantes foliares en el cultivo de soya (*Glycine máx. M.*) en suelos ferralíticos. Tesis de Magíster en Ciencias, Universidad Agraria del Ecuador. pp. 2-25

Saumell, H. 2005 Soya: información técnica para su mejor conocimiento y cultivo. 4 ed- Hemisferio Sur. Buenos Aires, p 121.

Solórzano, F. 2000. Experiencia con Labranza Mínima en Latinoamérica. El Surco, E. U. 95(3):6-7

USAD. 2009. World Markets and Trade. Unites States Department Agriculture. Foreign Agriculture Service. Circular Series FOP: August 2009. <http://www.fas.usda.gov/oilseeds/circular/2008/August/oilseedsfull0808.pdf>.

Will, B. 2010. Labranca Cero, efeito nos componentes do rendimento no feijão de soja sob o esforço hídrico. EMBRAPA. Journal Bragantia, vol.72, Brasil, Nº 2, 2010.

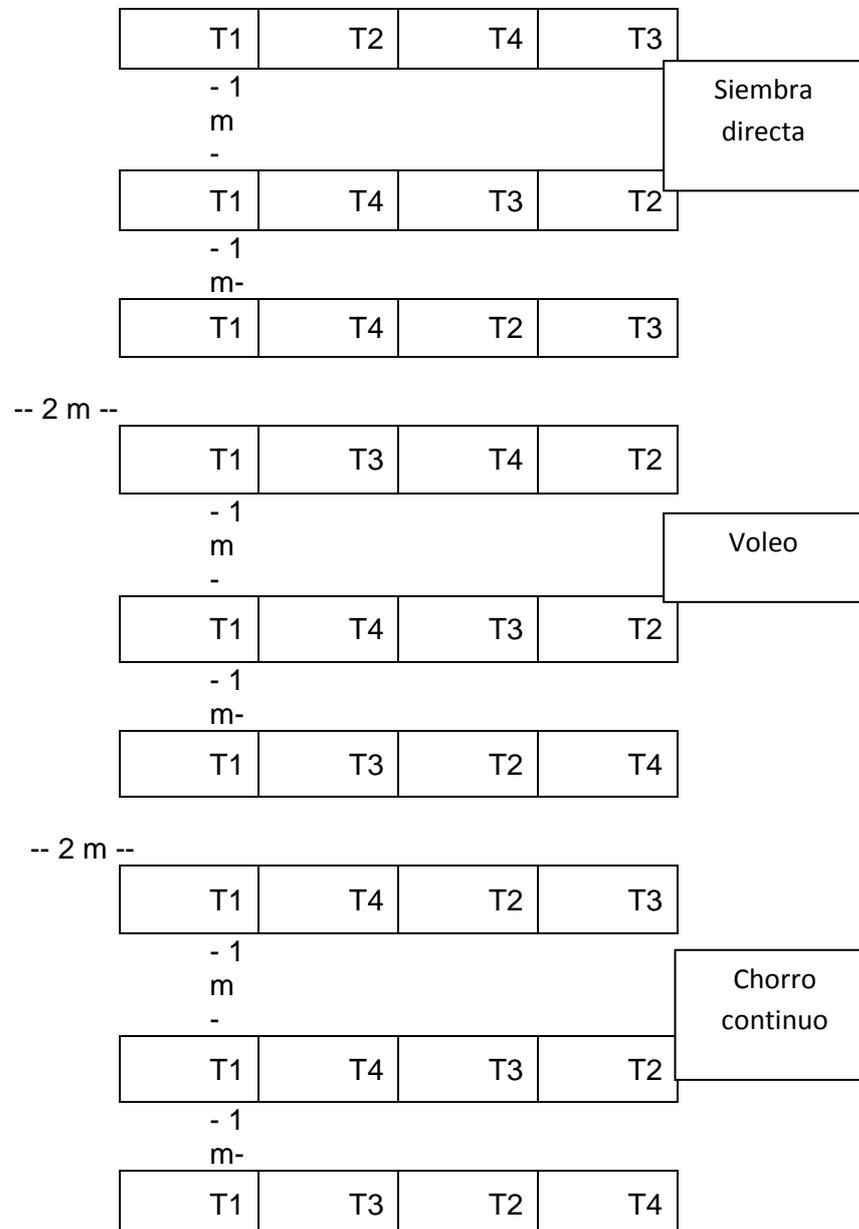
***ANEXOS***

**a. Distribución de hilera en unidad experimental**

**AREA UTIL**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9

**b. Distribución de parcelas**



### **c. Características del lote experimental**

Tratamientos: 3

Subtratamientos: 4

Repetición: 3

Total parcelas: 36

Longitud de unidad experimental: 5 m

Ancho de unidad experimental: 4 m

Distancia entre bloques: 1 m

Área unidad experimental: 20 m<sup>2</sup>

Área útil de unidad experimental: 12 m<sup>2</sup>

Área de bloque: 240 m<sup>2</sup>

Área Total de Bloques: 720 m<sup>2</sup>

Área Total del Ensayo: 816 m<sup>2</sup>

## ANEXOS 1

Promedios de altura de planta, en los efectos de sistemas de siembra en combinación con aplicaciones de magnesio, fósforo y boro sobre el rendimiento del cultivo de soya en la zona de Babahoyo. FACIAG – UTB. 2014

Sistemas de siembra	Dosis de fertilizantes			Repeticiones			Prom.
				I	II	III	
Siembra directa	0	0	0	61,5	70,0	63,5	65,0
	30	10	1,0	50,5	65,5	55,5	57,2
	40	15	1,5	64,5	69,5	73,5	69,2
	50	20	2,0	62,5	67,0	63,0	64,2
Siembra al voleo	0	0	0	65,5	70,0	78,0	71,2
	30	10	1,0	69,0	69,5	70,0	69,5
	40	15	1,5	72,5	78,0	65,5	72,0
	50	20	2,0	75,0	71,5	75,5	74,0
Siembra a chorro continuo	0	0	0	60,0	69,5	74,5	68,0
	30	10	1,0	66,0	66,5	76,6	69,7
	40	15	1,5	65,5	79,0	79,5	74,7
	50	20	2,0	53,5	74,0	76,0	67,8

Análisis de varianza de promedios de altura de planta, en los efectos de sistemas de siembra en combinación con aplicaciones de magnesio, fósforo y boro sobre el rendimiento del cultivo de soya en la zona de Babahoyo. FACIAG – UTB. 2014

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado medio	F. Calculada
Repetición	397,20	2	198,60	7,32
Factor A	405,82	2	202,91	7,48
Factor B	192,19	3	64,06	2,36
Interacción	154,03	6	25,67	0,95
Error Experimental	596,84	22	27,13	
Total	<u>1746,08</u>	<u>35</u>		

## ANEXOS 2

Promedios de altura a la primera vaina, en los efectos de sistemas de siembra en combinación con aplicaciones de magnesio, fósforo y boro sobre el rendimiento del cultivo de soya en la zona de Babahoyo. FACIAG – UTB. 2014

Sistemas de siembra	Dosis de fertilizantes			Repeticiones			Prom.
				I	II	III	
Siembra directa	0	0	0	18,0	24,5	16,0	19,5
	30	10	1,0	14,5	24,5	18,5	19,2
	40	15	1,5	20,0	21,5	18,0	19,8
	50	20	2,0	18,5	16,5	25,5	20,2
Siembra al voleo	0	0	0	19,5	11,0	28,0	19,5
	30	10	1,0	21,5	25,0	24,0	23,5
	40	15	1,5	24,5	19,5	30,0	24,7
	50	20	2,0	24,0	24,0	24,0	24,0
Siembra a chorro continuo	0	0	0	12,5	21,0	13,5	15,7
	30	10	1,0	16,0	29,5	23,0	22,8
	40	15	1,5	19,5	23,0	24,5	22,3
	50	20	2,0	20,0	25,0	28,5	24,5

Análisis de varianza de promedios de altura a la primera vaina, en los efectos de sistemas de siembra en combinación con aplicaciones de magnesio, fósforo y boro sobre el rendimiento del cultivo de soya en la zona de Babahoyo. FACIAG – UTB. 2014

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado medio	F. Calculada
Repetición	95,26	2	47,63	2,40
Factor A	63,39	2	31,69	1,60
Factor B	119,14	3	39,71	2,00
Interacción	67,44	6	11,24	0,57
Error Experimental	435,90	22	19,81	
Total	781,14	35		

### ANEXOS 3

Promedios de número de vainas por planta, en los efectos de sistemas de siembra en combinación con aplicaciones de magnesio, fósforo y boro sobre el rendimiento del cultivo de soya en la zona de Babahoyo. FACIAG – UTB. 2014

Sistemas de siembra	Dosis de fertilizantes			Repeticiones			Prom.
				I	II	III	
Siembra directa	0	0	0	108	86	47	80
	30	10	1,0	60	37	32	43
	40	15	1,5	52	34	48	45
	50	20	2,0	40	57	33	43
Siembra al voleo	0	0	0	74	40	20	45
	30	10	1,0	54	40	53	49
	40	15	1,5	29	60	24	37
	50	20	2,0	48	37	37	41
Siembra a chorro continuo	0	0	0	105	54	56	72
	30	10	1,0	64	27	50	47
	40	15	1,5	91	28	42	54
	50	20	2,0	49	35	28	37

Análisis de varianza de promedios de número de vainas por planta, en los efectos de sistemas de siembra en combinación con aplicaciones de magnesio, fósforo y boro sobre el rendimiento del cultivo de soya en la zona de Babahoyo. FACIAG – UTB. 2014

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado medio	F. Calculada
Repetición	4256,79	2	2128,40	8,12
Factor A	751,62	2	375,81	1,43
Factor B	3315,63	3	1105,21	4,22
Interacción	1827,26	6	304,54	1,16
Error Experimental	5764,88	22	262,04	
Total	15916,19	35		

## ANEXO 4

Promedios de días a floración, en los efectos de sistemas de siembra en combinación con aplicaciones de magnesio, fósforo y boro sobre el rendimiento del cultivo de soya en la zona de Babahoyo. FACIAG – UTB. 2014

Sistemas de siembra	Dosis de fertilizantes			Repeticiones			Prom.
				I	II	III	
Siembra directa	0	0	0	54	54	54	54
	30	10	1,0	53	54	54	54
	40	15	1,5	54	53	54	54
	50	20	2,0	54	54	53	54
Siembra al voleo	0	0	0	52	52	53	52
	30	10	1,0	53	52	53	53
	40	15	1,5	52	52	52	52
	50	20	2,0	52	52	52	52
Siembra a chorro continuo	0	0	0	55	55	55	55
	30	10	1,0	56	56	55	56
	40	15	1,5	55	55	55	55
	50	20	2,0	56	55	55	55

Análisis de varianza de promedios de días a floración, en los efectos de sistemas de siembra en combinación con aplicaciones de magnesio, fósforo y boro sobre el rendimiento del cultivo de soya en la zona de Babahoyo. FACIAG – UTB. 2014

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado medio	F. Calculada
Repetición	0,17	2	0,08	0,41
Factor A	54,00	2	27,00	132,00
Factor B	0,97	3	0,32	1,58
Interacción	1,11	6	0,19	0,91
Error Experimental	4,50	22	0,20	
Total	60,75	35		

## ANEXO 5

Promedios de días a maduración, en los efectos de sistemas de siembra en combinación con aplicaciones de magnesio, fósforo y boro sobre el rendimiento del cultivo de soya en la zona de Babahoyo. FACIAG – UTB. 2014

Sistemas de siembra	Dosis de fertilizantes			Repeticiones			Prom.
				I	II	III	
Siembra directa	0	0	0	86	86	86	86
	30	10	1,0	84	86	85	85
	40	15	1,5	85	85	85	85
	50	20	2,0	85	86	86	86
Siembra al voleo	0	0	0	84	84	84	84
	30	10	1,0	84	83	84	84
	40	15	1,5	84	84	83	84
	50	20	2,0	83	84	83	83
Siembra a chorro continuo	0	0	0	90	90	91	90
	30	10	1,0	91	90	91	91
	40	15	1,5	90	90	90	90
	50	20	2,0	91	90	90	90

Análisis de varianza de promedios de días a maduración, en los efectos de sistemas de siembra en combinación con aplicaciones de magnesio, fósforo y boro sobre el rendimiento del cultivo de soya en la zona de Babahoyo. FACIAG – UTB. 2014

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado medio	F. Calculada
Repetición	0,06	2	0,03	0,09
Factor A	286,72	2	143,36	477,07
Factor B	1,42	3	0,47	1,57
Interacción	2,17	6	0,36	1,20
Error Experimental	6,61	22	0,30	
Total	296,97	35		

## ANEXO 6

Promedios de número de granos por vainas, en los efectos de sistemas de siembra en combinación con aplicaciones de magnesio, fósforo y boro sobre el rendimiento del cultivo de soya en la zona de Babahoyo. FACIAG – UTB. 2014

Sistemas de siembra	Dosis de fertilizantes			Repeticiones			Prom.
				I	II	III	
Siembra directa	0	0	0	2	2	3	2
	30	10	1,0	2	2	3	2
	40	15	1,5	3	2	2	2
	50	20	2,0	2	2	3	2
Siembra al voleo	0	0	0	2	3	2	2
	30	10	1,0	2	2	2	2
	40	15	1,5	2	2	3	2
	50	20	2,0	2	2	2	2
Siembra a chorro continuo	0	0	0	3	2	3	3
	30	10	1,0	3	2	2	2
	40	15	1,5	2	2	3	2
	50	20	2,0	3	2	3	3

Análisis de varianza de promedios de número de granos por vainas, en los efectos de sistemas de siembra en combinación con aplicaciones de magnesio, fósforo y boro sobre el rendimiento del cultivo de soya en la zona de Babahoyo. FACIAG – UTB. 2014

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado medio	F. Calculada
Repetición	1,50	2	0,75	3,19
Factor A	0,67	2	0,33	1,42
Factor B	0,22	3	0,07	0,32
Interacción	0,44	6	0,07	0,32
Error Experimental	5,17	22	0,23	
Total	8,00	35		

## ANEXO 7

Promedios de peso de 100 semillas, en los efectos de sistemas de siembra en combinación con aplicaciones de magnesio, fósforo y boro sobre el rendimiento del cultivo de soya en la zona de Babahoyo. FACIAG – UTB. 2014

Sistemas de siembra	Dosis de fertilizantes			Repeticiones			Prom.
				I	II	III	
Siembra directa	0	0	0	20,1	20,3	20,4	20,3
	30	10	1,0	23,8	23,7	23,9	23,8
	40	15	1,5	22,9	22,4	22,8	22,7
	50	20	2,0	21,9	22,9	20,9	21,9
Siembra al voleo	0	0	0	20,4	21,5	21,9	21,3
	30	10	1,0	24,5	24,9	24,5	24,6
	40	15	1,5	22,6	21,9	22,4	22,3
	50	20	2,0	22,9	23,1	22,6	22,9
Siembra a chorro continuo	0	0	0	22,4	22,9	22,7	22,7
	30	10	1,0	25,6	24,2	24,9	24,9
	40	15	1,5	24,2	23,9	24	24,0
	50	20	2,0	23,8	24,5	23,9	24,1

Análisis de varianza de promedios de peso de 100 semillas, en los efectos de sistemas de siembra en combinación con aplicaciones de magnesio, fósforo y boro sobre el rendimiento del cultivo de soya en la zona de Babahoyo. FACIAG – UTB. 2014

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado medio	F. Calculada
Repetición	0,08	2	0,04	0,17
Factor A	18,98	2	9,49	39,65
Factor B	41,76	3	13,92	58,16
Interacción	3,73	6	0,62	2,60
Error Experimental	5,27	22	0,24	
Total	69,81	35		

## ANEXO 8

Promedios de rendimiento (kg/ha), en los efectos de sistemas de siembra en combinación con aplicaciones de magnesio, fósforo y boro sobre el rendimiento del cultivo de soya en la zona de Babahoyo. FACIAG – UTB. 2014

Sistemas de siembra	Dosis de fertilizantes			Repeticiones			Prom.
				I	II	III	
Siembra directa	0	0	0	1250,0	1875,0	1632,0	1585,7
	30	10	1,0	1875,0	1875,0	2500,0	2083,3
	40	15	1,5	2500,0	1562,5	1875,0	1979,2
	50	20	2,0	1875,0	1875,0	2500,0	2083,3
Siembra al voleo	0	0	0	1562,5	2187,5	1562,5	1770,8
	30	10	1,0	1875,0	1875,0	1562,5	1770,8
	40	15	1,5	1562,5	937,5	2187,5	1562,5
	50	20	2,0	1875,0	1875,0	1875,0	1875,0
Siembra a chorro continuo	0	0	0	2500,0	1250,0	1250,0	1666,7
	30	10	1,0	2187,5	1875,0	3125,0	2395,8
	40	15	1,5	1875,0	1562,5	2500,0	1979,2
	50	20	2,0	2187,5	1562,5	2187,5	1979,2

Análisis de varianza de promedios de rendimiento (kg/ha), en los efectos de sistemas de siembra en combinación con aplicaciones de magnesio, fósforo y boro sobre el rendimiento del cultivo de soya en la zona de Babahoyo. FACIAG – UTB. 2014

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado medio	F. Calculada
Repetición	842421,12	2	421210,56	2,29
Factor A	433697,17	2	216848,58	1,18
Factor B	847937,24	3	282645,75	1,54
Interacción	616265,11	6	102710,85	0,56
Error Experimental	4043611,54	22	183800,52	
Total	6783932,19	35		



**Figura 1.** Siembra y germinación del cultivo.



**Figura 2.** Aplicación de tratamientos.



**Figura 3.** Distribución de tratamientos en campo.



**Figura 4.** Aplicación de herbicidas.



**Figura 5.** Efectos de la aplicación de los tratamientos.



**Figuras 6.** Cosecha manual del cultivo.



**Figura 7.** Evaluación de altura de plantas.



**Figura 8.** Evaluación de datos conteo de vainas.